

MANAJEMEN USER DENGAN SISTEM LIMITASI QUOTA DAN LIMITASI BANDWIDTH PADA ROUTER MIKROTIK

Yuli Praptomo PHS¹, M. Insan Nur Firdaus²

^{1,2}Teknik Informatika STMIK ELRAHMA YOGYAKARTA
Teknik Informatika STMIK ELRAHMA YOGYAKARTA

Email : y.praptomo@gmail.com, insan@wlan.net.id

Abstract

The internet has played a major role in the dissemination of information and communication so that the wider range of benefits for various groups of users is also widespread, including the PT. Wahana Lintas Nusa Persada. However, the internet connection is not regulated, either the speed of access or management of the user can cause the potential to be used improperly. There is no limitation or limitation of access speed, data usage quota and user settings at PT. Wahana Lintas Nusa Persada is a problem that needs to be solved. These problems can be overcome by managing the user as well as limiting bandwidth and quota data using Mikrotik. With User Manager on Mikrotik, user management and bandwidth and quota data settings can be done.

This implementation is carried out in several stages, namely user analysis and access needs of each user to determine the limits of both speed and data quota, proper and efficient system design in implementation and system testing carried out by testing methods. Based on the implementation that has been carried out, it can facilitate user management and distribution of internet connections along with the speed of access and data quota according to the needs of employees and the efficiency of their use during working hours at PT. Wahana Lintas Nusa Persada.

Keywords— Mikrotik, Bandwidth Management, Quota Management.

PENDAHULUAN

Jaringan komputer adalah kumpulan komputer dan peralatan lain yang saling dihubungkan bersama menggunakan media komunikasi tertentu. Informasi yang melintas sepanjang media komunikasi, memungkinkan pengguna jaringan untuk saling bertukar data atau menggunakan perangkat lunak maupun perangkat keras secara bersama [1].

Kebutuhan akan akses *internet* dewasa ini sangat tinggi, baik untuk mencari informasi, artikel, pengetahuan terbaru atau bahkan hanya untuk *chatting*. Untuk mengetahui pemakaian data yang keluar-masuk dari pengunjung atau sekedar mendownload halaman *website* ke PCnya, atau mengupload gambar / *file* dan sebagainya oleh anda atau penyedia jasa layanan *internet* bisa menggunakan *bandwidth management*. *Bandwidth* adalah banyaknya data dalam satuan *bits per second* yang dapat ditransmisikan lewat sebuah medium jaringan dalam satu satuan waktu [2].

Kinerja karyawan / *user* sangat berhubungan dengan waktu yang dimanfaatkan secara maksimal pada saat jam kerja. Penggunaan *internet* yang tidak tepat pada jam kerja, sangatlah merugikan bagi karyawan karena banyak waktu produktif yang terbuang sia-sia. Hal tersebut tentunya juga akan berdampak pada instansi atau perusahaan yang bersangkutan. Belum adanya batasan atau limitasi kecepatan akses, kuota pemakaian data serta pengaturan pengguna di PT. Wahana Lintas Nusa Persada merupakan masalah yang perlu dipecahkan demi pemanfaatan fasilitas koneksi *internet* yang lebih tepat dan sesuai dengan tujuan fasilitas tersebut disediakan. Maka dengan adanya sebuah *manajemen*

penggunaan koneksi *internet* dan pembatasan tertentu pada *bandwidth* serta kuota yang digunakan oleh *user* sangatlah diperlukan di PT Wahana Lintas Nusa Persada.

Bandwidth limiter menggunakan *user manager* pada *router mikrotik* merupakan salah satu bentuk pengaturan *bandwidth* yang mudah digunakan serta dapat memaksimalkan penggunaan *bandwidth* yang ada. *User manager* juga menawarkan fitur untuk membatasi kuota data bagi masing-masing *user*. Dengan demikian penggunaan *bandwidth* oleh masing-masing karyawan / *user* di PT Wahana Lintas Nusa Persada tidak akan saling mengganggu satu sama lain. Selain itu, pembatasan kuota bagi setiap *user* juga diperlukan untuk efisiensi penggunaan *internet* di PT. Wahana Lintas Nusa Persada.

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Belum adanya pengaturan *bandwidth internet*.
2. Belum adanya pembatasan *quota* penggunaan *internet*.

Dengan permasalahan yang telah diuraikan pada rumusan masalah maka diambil batasan pada konfigurasi dan manajemen *user* dan *bandwidth*, sertalimitasi *quota* pada sistem *hotspot* dengan *router mikrotik*.

Membangun *router mikrotik* dan sistem *hotspot* untuk manajemen *user* dan *bandwidth* dengan pembatasan kuota per *user*.

LANDASAN TEORI

1. *Internet* berasal dari kata *International Network*. Jika diterjemahkan secara langsung berarti jaringan internasional. *Internet* adalah kumpulan komputer yang terhubung satu dengan yang lain dalam sebuah jaringan [3].
2. Jaringan komputer merupakan sekumpulan komputer berjumlah banyak yang terpisah-pisah akan tetapi saling berhubungan dalam melaksanakan tugasnya. Dua buah komputer misalnya dikatakan terkoneksi bila keduanya dapat saling bertukar informasi. Bentuk koneksi dapat melalui kawat tembaga, serat optik, gelombang mikro, satelit komunikasi [4].

Berdasarkan jarak dan area kerjanya jaringan komputer dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu.

a. Local Area Network (LAN)

Local Area Network (LAN), merupakan jaringan milik pribadi di dalam sebuah gedung atau kampus yang berukuran sampai beberapa kilometer. *LAN* seringkali digunakan untuk menghubungkan komputer-komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor suatu perusahaan atau pabrik-pabrik untuk memakai bersama sumberdaya (*resource*, misalnya *printer*) dan saling bertukar informasi.

b. Metropolitan Area Network (MAN)

Metropolitan Area Network (MAN), pada dasarnya merupakan versi *LAN* yang berukuran lebih besar dan biasanya menggunakan teknologi yang sama dengan *LAN*. *MAN* dapat mencakup kantor-kantor perusahaan yang letaknya berdekatan atau juga sebuah kota dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan pribadi (swasta) atau umum. *MAN* mampu menunjang data dan suara, bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel.

c. Wide Area Network (WAN)

Wide Area Network (WAN), jangkauannya mencakup daerah geografis yang luas, seringkali mencakup sebuah negara bahkan benua. *WAN* terdiri dari kumpulan mesin-mesin yang bertujuan untuk menjalankan *program-program* (aplikasi) pemakai [5].

3. *Topologi* merupakan metode atau cara yang digunakan agar dapat menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya. Struktur atau jaringan yang digunakan untuk menghubungkan satu komputer dengan komputer lainnya bisa dengan menggunakan kabel ataupun nirkabel (tanpa kabel). Pada pelaksanaannya, ada beberapa macam topologi jaringan komputer yang digunakan sesuai dengan skala jaringan, tujuan, biaya, dan penggunaannya. Beberapa macam topologi jaringan tersebut adalah topologi ring, topologi bus, topologi star, topologi mesh, dan topologi tree. Masing-masing jenis topologi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga dalam penggunaannya harus benar-benar memperhatikan peruntukannya [6].
4. *TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)* termasuk dalam deretan protokol komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan *Host-host* pada jaringan *internet*. *TCP/IP* menggunakan banyak protokol didalamnya, adapun protokol utamanya adalah *TCP* dan *IP*. *TCP/IP* merupakan sekumpulan protokol yang dikembangkan untuk memungkinkan komputer-komputer agar dapat saling membagi sumber daya yang dimiliki masing-masing melalui media jaringan [7].
IP adalah standard protokol dengan nomer STD 5. Standar ini juga termasuk untuk *ICMP* dan *IGMP*. Spesifikasi untuk *IP* dapat dilihat di RFC 791, 950, 919, dan 992 dengan update pada RFC 2474. *IP* juga termasuk dalam *protokol internetworking*. Alamat *IP* merupakan representasi dari 32 bit bilangan *unsigned biner*. ditampilkan dalam bentuk desimal dengan titik. Contoh 10.252.102.23 merupakan contoh *valid* dari *IP* [8].
5. *DHCP* memberikan *framework* untuk disampaikan kepada *client* yang berisikan informasi tentang konfigurasi jaringan. *DHCP* bekerja berdasarkan protokol *BOOTP*, dimana ditambahkan fungsi untuk mengalokasikan penggunaan *IP address* dan konfigurasi jaringan lainnya [8].
6. *NAT* adalah sebuah fungsi *router* dimana alamat *IP* (dan mungkin nomor port) dari datagram *IP* diganti dari jaringan pribadi yang terbatas. *NAT* adalah metode yang memungkinkan *host* di jaringan pribadi berkomunikasi dengan *host* di *Internet*. *NAT* dijalankan pada *router* yang menghubungkan jaringan pribadi ke *Internet* publik, untuk mengganti *IP address* dan *port* dari sebuah *IP* paket dengan *IP address* dan *port* pada sisi yang lain [9].
 Dua Tipe *NAT* Dua tipe *NAT* adalah *Static* dan *Dynamic* yang keduanya dapat digunakan secara terpisah maupun bersamaan. *Static Translasi* terjadi ketika sebuah alamat lokal (*inside*) di petakan ke sebuah alamat global/*internet* (*outside*). Alamat lokal dan global dipetakan satu lawan satu secara *Static*. *Dinamik NAT* dengan *Pool* (kelompok) *Translasi Dinamik* terjadi ketika *router NAT* diset untuk memahami alamat lokal yang harus ditranslasikan, dan kelompok (*pool*) alamat global yang akan digunakan untuk terhubung ke *internet* [10].
7. Dalam dunia nyata, *firewall* adalah dinding (bergerak) yang bisa memisahkan ruangan, sehingga kebakaran pada suatu ruangan tidak menjalar ke ruangan lainnya. Tapi sebenarnya *firewall* di *Internet* lebih seperti parit pertahanan disekeliling benteng, yakni mempertahankan terhadap serangan dari luar. Gunanya membatasi gerak orang yang masuk ke dalam jaringan internal, membatasi gerak orang yang keluar dari jaringan internal serta mencegah penyerang mendekati pertahanan yang berlapis. Jadi yang keluar masuk *firewall* harus *acceptable*. *Firewall* merupakan kombinasi dari *router*, *server*, dan *software* pelengkap yang tepat. Jarang yang berupa *box*, dan walaupun dalam bentuk *box*, harus dikonfigurasi dengan benar [11].

8. *Bandwidth* Komputer Di dalam jaringan Komputer, sering digunakan sebagai suatu sinonim untuk data *transfer rate* yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu (pada umumnya dalam detik). *Bandwidth* ini biasanya diukur dalam bps (*bits per second*). Adakalanya juga dinyatakan dalam Bps (*bytes per second*). Suatu modem yang bekerja pada 57,600 bps mempunyai *Bandwidth* dua kali lebih besar dari *modem* yang bekerja pada 28,800 bps. Secara umum, koneksi dengan *bandwidth* yang besar atau tinggi memungkinkan pengiriman informasi yang besar seperti pengiriman gambar dalam video presentasi. Artinya semakin besar *bandwidth* suatu media, semakin tinggi kecepatan data yang dapat dilaluinya [12].
9. Mikrotik adalah sistem operasi independen berbasis Linux khusus untuk komputer yang difungsikan sebagai *router*. Mikrotik didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks. Mikrotik mulai didirikan tahun 1995 yang pada awalnya ditujukan untuk perusahaan jasa layanan Internet (*Internet Service Provider, ISP*) yang melayani pelanggannya menggunakan teknologi nirkabel. Saat ini MikroTik memberikan layanan kepada banyak *ISP* nirkabel untuk layanan akses Internet di banyak negara di dunia dan juga sangat populer di Indonesia [13].
10. Hotspot adalah lokasi fisik dimana orang dapat mendapatkan akses Internet, biasanya menggunakan teknologi *Wi-Fi*, melalui jaringan area lokal nirkabel (*Wireless Local Area Network*, disingkat WLAN) menggunakan *router* yang terhubung ke penyedia layanan *internet* (*Internet Service Provider*, disingkat ISP) [14]. *Hotspot System* digunakan untuk memberikan layanan akses jaringan Internet/Intranet) di Public Area dengan media kabel maupun *wireless* [15].
11. *User Manager* adalah sistem manajemen yang dapat digunakan untuk pengguna *hotspot*, pengguna PPP (PPtP / PPPoE), pengguna DHCP, pengguna *wireless*, pengguna *RouterOS*. Ini adalah paket terpisah untuk *RouterOS*. *User Manager* adalah aplikasi *server* RADIUS. Pada paket pengujian *RouterOS* versi 4 *User Manager* diperkenalkan, memiliki fungsi utama dan perubahan antarmuka [16].

METODE PENELITIAN

A. Analisa Kebutuhan Sistem

Analisa kebutuhan sistem merupakan tahapan untuk mengetahui kebutuhan pembangunan sistem dengan menyiapkan kelengkapan perangkat-perangkat, baik *hardware* maupun *software*. Sebelum menyiapkan perangkat yang dibutuhkan, analisa permasalahan di PT. Wahana Lintas Nusa Persada disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Permasalahan di PT. Wahana Lintas Nusa Persada

No	Aktifitas	Permasalahan
1	Browsing / Download / Upload / Streaming	Belum terdapat limitasi <i>bandwidth</i> sehingga <i>traffic</i> jaringan tidak teratur.
2	Browsing / Download / Upload / Streaming	Belum adanya limitasi kuota pemakaian data sehingga penggunaan koneksi <i>internet</i> tidak efisien pada jam kerja.

Solusi dari permasalahan yang disajikan pada Tabel 1 dipaparkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Solusi Permasalahan di PT. Wahana Lintas Nusa Persada

No	Permasalahan	Solusi
1	Belum terdapat limitasi <i>bandwidth</i> sehingga <i>traffic</i> jaringan tidak teratur.	Membangun <i>router</i> mikrotik dan sistem <i>hotspot</i> untuk manajemen <i>user</i> dan <i>bandwidth</i> dengan pembatasan kuota per <i>user</i>
2	Belum adanya limitasi kuota pemakaian data sehingga penggunaan koneksi <i>internet</i> tidak efisien pada jam kerja.	Membangun <i>router</i> mikrotik dan sistem <i>hotspot</i> untuk manajemen <i>user</i> dan <i>bandwidth</i> dengan pembatasan kuota per <i>user</i>

Berdasarkan permasalahan dan solusi yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 maka kebutuhan perangkat dalam membangun sistem disajikan sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3 Perangkat yang Digunakan

Jenis Perangkat	Perangkat	Spesifikasi
<i>Hardware</i>	RB 1200	CPU PPC460GT 1000 MHz
		RAM 512 MB
		Main Storage 64 MB
		Gigabit Ethernet 100/1000Mbps 10 port
	<i>Switch</i>	Alied Telesis 8 Port
<i>Access Point</i>	Tenda	
<i>Software</i>	Mikrotik	Mikrotik <i>Router OS</i> Versi 6.44.1 Level 6
	Winbox	<i>Tools remote access</i>

B. Prosedur Penelitian

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian dengan cara melakukan studi kepustakaan terhadap berbagai referensi yang relevan dengan permasalahan. Sehingga dengan berbagai informasi tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian masalah.

2. Perancangan

Pembahasan menguraikan tentang perancangan sistem jaringan yaitu meliputi topologi, konfigurasi *router* dan *hotspot system* serta manajemen *bandwidth* dengan limitasi kuota pada mikrotik.

3. Implementasi

Implementasi sistem manajemen *user* dan *bandwidth* dengan pembatasan kuota per *user* yang telah dirancang.

C. Perancangan

1. Lokasi

PT. Wahana Lintas Nusa Persada adalah sebuah perusahaan IT dengan fokus kegiatan utamanya adalah *Internet Application*, *Internet Network Infrastructure* dan *Internet Service Provider*, yang memiliki ijin operasional di seluruh Indonesia sesuai persyaratan Legal. Berdiri sejak tahun 2004. Jaringan komputer di PT. Wahana Lintas Nusa Persada umumnya digunakan untuk membantu proses informasi, terutama kegiatan administrasi, media promosi, penunjang sistem marketing serta *sharing* data dan lain-lain.

PT. Wahana Lintas Nusa Persada memiliki 9 unit komputer yang terdiri dari 7 *Personal Computer* dan 2 laptop. Kantor PT. Wahana Lintas Nusa Persada berada

di Jl. Lemponsari No. 132, Sariharjo, Ngaglik, Sleman. Kecepatan koneksi internet di kantor PT. Wahana Lintas Nusa Persada ialah 15 Mbps.

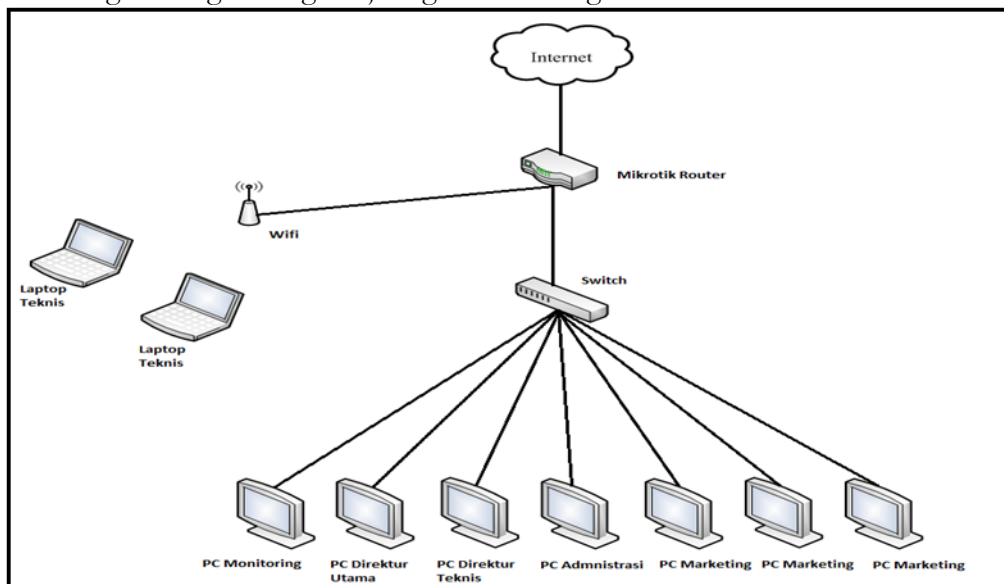
2. Desain Sistem

Pada pembahasan analisis dan desain sistem dipaparkan beberapa analisis terkait permasalahan dan mencari jalan keluarnya. Desain sistem yang digunakan mengacu pada apa yang telah didapatkan pada analisis tersebut.

a) Topologi

Topologi yang digunakan sebelumnya di kantor PT Wahana Lintas Nusa Persada adalah topologi tree akan tetapi routing dibebankan kepada wireless station (outdoor) yang berada di atas tower tanpa adanya mikrotik. Dengan tidak adanya pemisahan beban kerja routing, maka pada kesempatan ini topologi diubah dengan menambahkan router mikrotik dan menonaktifkan fungsi router pada wireless outdoor.

Pada Gambar 1, selain sebagai router, mikrotik juga berfungsi untuk manajemen bandwidth dan limitasi kuota. Dengan topologi tersebut router mikrotik berfungsi untuk mendistribusikan koneksi internet, switch yang berfungsi sebagai pusat penghubung komputer client ke router, dan access point / wifi yang bertugas menghubungkan jaringan lokal dengan media wireless.



Gambar 1 Topologi jaringan

b) Pengaturan IP Address

Pembagian host dilakukan dengan subnetmask 255.255.255.224 atau menggunakan IP address x.x.x.x/27, yaitu dengan membagi jaringan menjadi satu jaringan dengan rincian pada Tabel 4 beserta jumlah host.

Tabel 4 Jumlah Host

No.	Nama Host	Jumlah Host
1.	PC Direktur Utama	1
2.	PC Direktur Teknis	1
3.	PC Marketing	3
4.	PC Administrasi	1
5.	PC Monitoring Jaringan	1
6.	Laptop Teknis	2

c) Manajemen Bandwidth dan Kuota

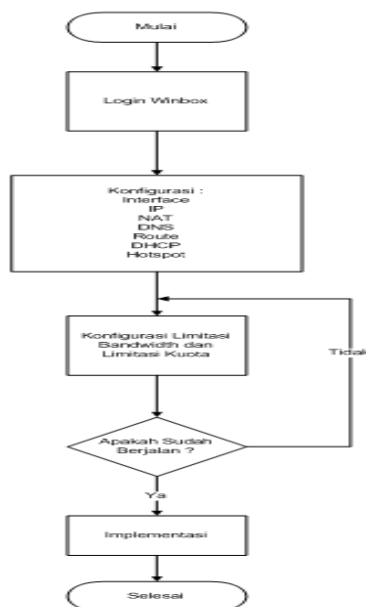
Manajemen bandwidth bertujuan untuk mengatur besar kecilnya suatu lalu lintas bandwidth pada sebuah jaringan komputer. Parameter yang digunakan dalam pembagian bandwidth ada beberapa macam diantaranya menggunakan network IP, IP address maupun berdasarkan user login. Selain itu dilakukan juga pembatasan kuota pemakaian internet per hari yang diharapkan dapat mengontrol pemakaian internet agar lebih efisien saat jam kerja. Pada Tabel 5 susunan kebutuhan bandwidth dan kuota sesuai dengan kebutuhan masing-masing divisi.

Tabel 5 Kebutuhan Bandwidth dan Kuota

No.	Nama Host	IP Address	Bandwidth	Kuota Harian
1.	Limit Direktur Utama	192.168.1.2/27	5 Mbps	Unlimited
2.	Limit Direktur Teknis	192.168.1.3/27	3 Mbps	Unlimited
3.	Limit PC Marketing	192.168.1.4-6/27	5 Mbps	900 MB
4.	Limit PC Admin	192.168.1.7/27	2 Mbps	150 MB
5.	Limit PC Monitoring	192.168.1.8/27	3 Mbps	300 MB
6.	Limit Laptop Teknis	192.168.1.9-10/27	3 Mbps	200 MB

d) Flowchart Pembuatan Sistem

Berikut ini adalah flowchart pembuatan sistem secara garis besar yang dilakukan dalam penelitian ini. Langkah pertama ialah melakukan login winbox. Sesudah login dengan username dan password maka proses selanjutnya ialah konfigurasi mikrotik yang meliputi konfigurasi interface, IP address, NAT, DNS, route, DHCP dan Hotspot. Sesudah sistem dalam router mikrotik terkonfigurasi maka langkah berikutnya ialah proses limitasi bandwidth dan limitasi kuota. Apabila telah diuji coba dan sistem berjalan dengan baik maka proses selanjutnya ialah implementasi sebagaimana yang terdapat pada Gambar 2.



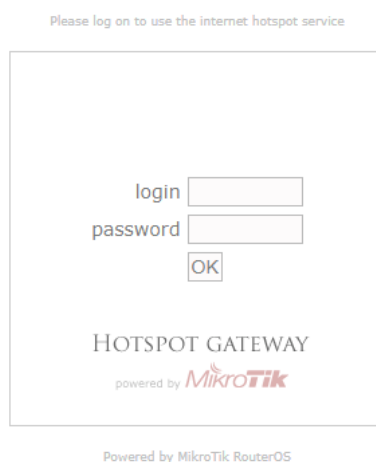
Gambar 2 Flowchart Pembuatan Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap akhir dalam implementasi ini adalah pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah berfungsi dengan baik atau belum. Pada pengujian ini ada beberapa hal yang diuji yaitu sebagai berikut.

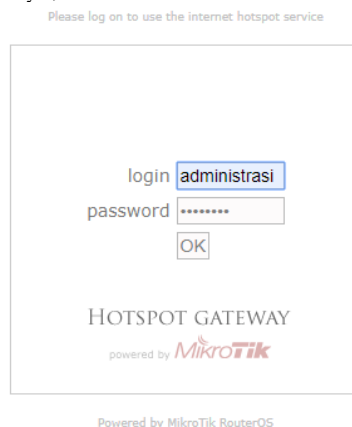
A. Pengujian Sistem Hotspot

Pengujian dapat dilakukan dengan memastikan setiap *user* yang telah dibuat dapat digunakan untuk *login* dalam sistem *hotspot* mikrotik. Saat pertama kali *device* terhubung dengan jaringan, kemudian membuka *browser* maka akan diarahkan ke halaman *login* seperti Gambar 3.



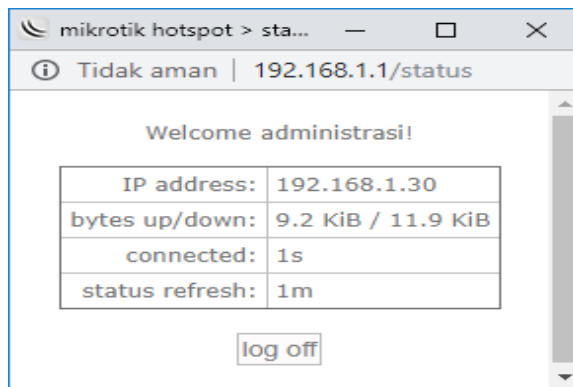
Gambar 3 Halaman Login Hotspot

Setelah muncul halaman *login* maka dapat dimasukkan *user* beserta *password* sesuai dengan yang telah dibuat sebelumnya, misalkan *user* administrasi. Lihat Gambar 4.



Gambar 4 Memasukkan Username dan Password

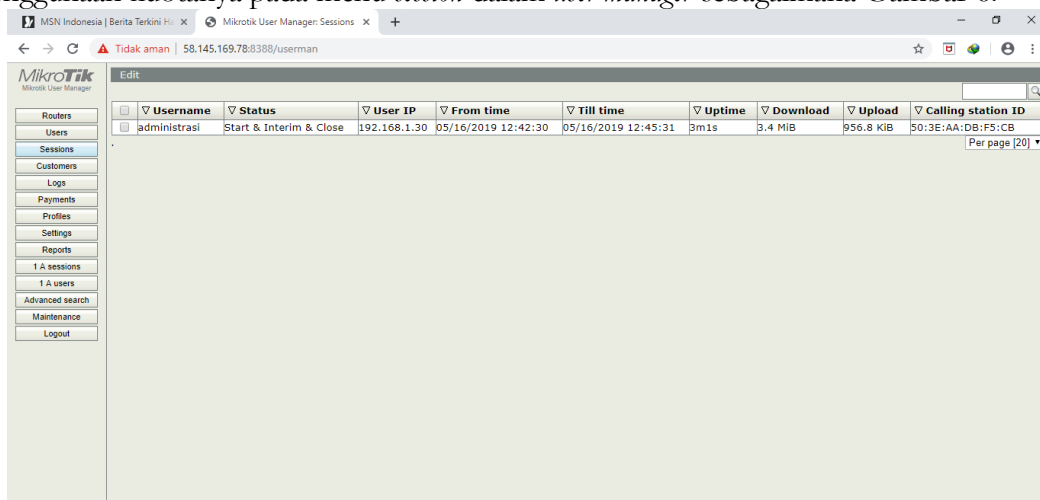
Apabila *user* telah berhasil *login* maka akan muncul jendela seperti Gambar 5 yang menampilkan informasi *IP address*, pemakaian kuota data serta durasi waktu *user* terhubung ke sistem *hotspot*.



Gambar 5 Status User

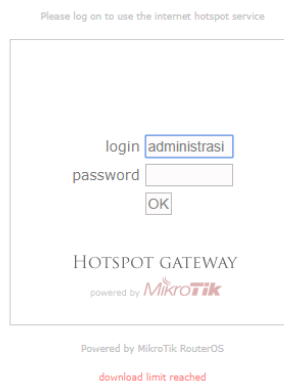
B. Pengujian Limitasi Penggunaan Kuota

Setelah *user* berhasil *login* dan mulai mengakses internet, dapat dipantau penggunaan kuotanya pada menu *session* dalam *user manager* sebagaimana Gambar 6.



Gambar 6 Monitoring User

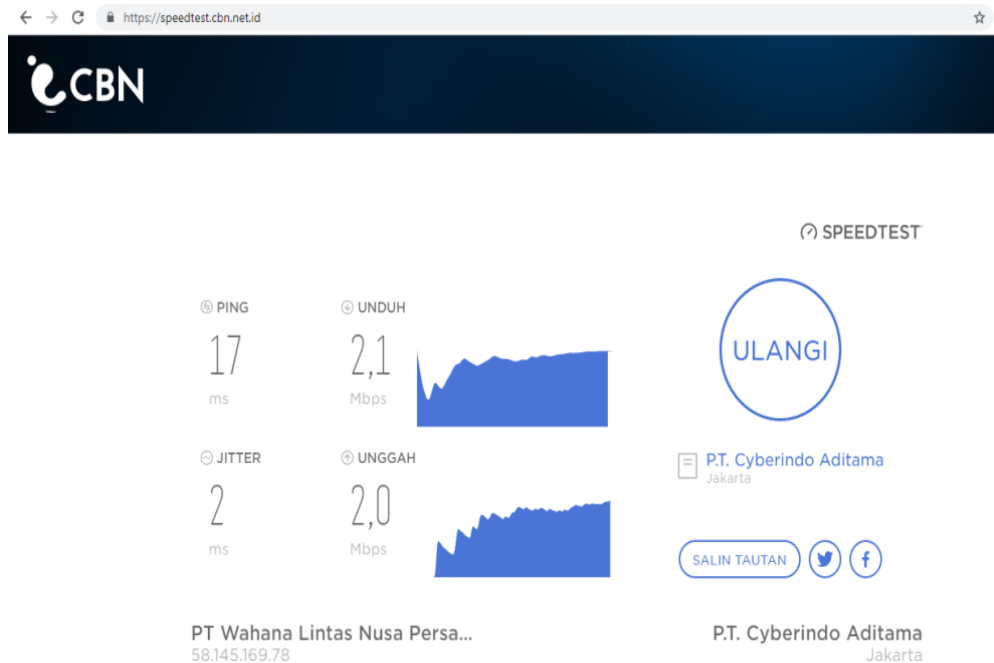
Ketika penggunaan kuota oleh *user* melebihi batas yang ditentukan maka secara otomatis *user* tersebut akan *log off* dan tidak dapat menggunakan internet lagi pada hari itu. Gambar 7 merupakan contoh saat *user* telah mencapai limit kuota *download* yang ditentukan, sehingga muncul pesan *Download Limit Reached*.



Gambar 7 Hasil Limitasi Kuota

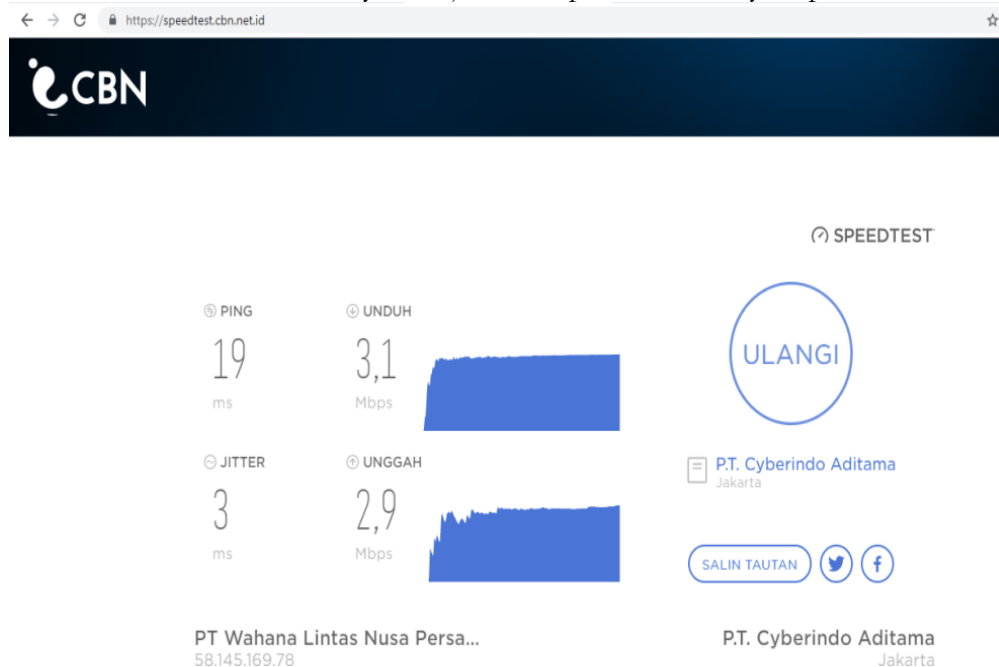
C. Pengujian Limitasi Kecepatan

Pada pengujian *bandwidth* ini dilakukan dengan perbandingan pemberian limitasi kecepatannya, yaitu 2 Mbps dan 3 Mbps. Pengujian kecepatan akses 2 Mbps ditunjukkan Gambar 8.



Gambar 8 Limitasi Bandwidth 2 Mbps

Ketika *user* dinaikkan limitasinya menjadi 3 Mbps maka hasilnya seperti Gambar 9.



Gambar 9 Limitasi Bandwidth 3 Mbps

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan dari manajemen *bandwidth* dengan limitasi kuota di PT Wahana Lintas Nusa Persada yaitu.

- a. Aplikasi sistem *hotspot* pada *router* mikrotik memberikan keamanan dalam jaringan wifi maupun kabel dengan menggunakan autentikasi yang terhubung dengan *database* di aplikasi *user manager*.
- b. Penerapan pengaturan *user* dengan aplikasi *user manager* yang terdapat pada *router* mikrotik sehingga didapatkan hasil kemudahan dalam manajemen *user* di PT. Wahana Lintas Nusa Persada.
- c. Implementasi limitasi *bandwidth* dan kuota untuk masing-masing *user* di PT. Wahana Lintas Nusa Persada berjalan dengan baik, sehingga dapat mendistribusikan koneksi *internet* beserta kecepatan akses sesuai dengan kebutuhan dan efisiensi penggunaannya pada jam kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wagito, 2005, *Jaringan Komputer Teori dan Impemensi Berbasis Linux*, Gaya Media, Yogyakarta.
- [2] Tanenbaum, A., S., 2003, *Computer Networks 4th Edition*, [https://theswissbay.ch/pdf/Gentoomen Library/Networking/Prentice Hall - Computer Networks Tanenbaum 4ed.pdf](https://theswissbay.ch/pdf/Gentoomen%20Library/Networking/Prentice%20Hall%20-%20Computer%20Networks%20Tanenbaum%204ed.pdf), diakses 17 November 2018, pukul 20.05 WIB
- [3] Muiz, A., 2015, Pengertian Internet dan Fungsinya serta Manfaatnya, <http://www.pintarkomputer.org/2015/08/pengertian-internet-dan-manfaatnya.html>, diakses 17 November 2018, pukul 20.35 WIB
- [4] Proboyekti, U., 2007, *Jaringan Komputer : Pengantar Teknologi Informasi Prodi Sistem Informasi UKDW*, [http://lecturer.ukdw.ac.id/othie/ Jaringan Komputer.pdf](http://lecturer.ukdw.ac.id/othie/Jaringan%20Komputer.pdf), diakses 16 November 2018, pukul 19.47 WIB
- [5] Sasongko, E., N., 2012, Materi 8 – Jaringan Komputer : Handout Komputer Teknologi Informasi, [http://kuliab.dinus.ac.id/edi-nur/pde.html%5Cn Handout](http://kuliab.dinus.ac.id/edi-nur/pde.html%5Cn%20Handout), diakses 16 November 2018, pukul 19.31 WIB
- [6] Ono, 2015, Topologi Jaringan Komputer : Jenis-jenis, Gambar dan Fungsinya, <https://dosenit.com/jaringan-komputer/konsep-jaringan/topologi-jaringan-komputer>, diakses 18 November 2018, pukul 14.12 WIB
- [7] Sugeng, W., 2006, *Jaringan Komputer dengan TCP/IP*, Bandung, Infomatika.
- [8] Sukaridhoto, S., 2014, *Jaringan Komputer I Politeknik Elektronika Negeri Surabaya*, <http://dphoto.lecturer.pens.ac.id/publications/book/2014/Dphoto-JaringanKomputer1.pdf>, diakses 16 November 2018, pukul 20.11 WIB
- [9] Francis, P., 2015, Network Address Translation (NAT), <http://www.cs.virginia.edu/~itlab/book/slides/module17-nat.ppt>, diakses 18 November 2018, pukul 15.37 WIB
- [10] Basuki, M., 2004, Network Address Translation (NAT), [http://jak-stik.ac.id/staff/aqwam/files/1.-jaringan-komputer\[11\].pdf](http://jak-stik.ac.id/staff/aqwam/files/1.-jaringan-komputer[11].pdf), diakses 18 November 2018, pukul 15.22 WIB

- [11]Zwicky, E., 2000, Building Internet Firewall,[http://itgon.cs.ui.ac.id/security/ *Transparan Digisec-5 firewall.pdf*](http://itgon.cs.ui.ac.id/security/Transparan%20Digisec-5%20firewall.pdf), diakses 16 November 2018, pukul 21.03 WIB
- [12]Lukas, J., 2006, *Jaringan Komputer*, Jakarta, Graha Ilmu.
- [13]Tanutama, L., 1996, *Jaringan Komputer*, Jakarta, Elex Media Komputindo.
- [14]Gray, Z., Al, 2017, Pengertian Hotspot, Fungsi dan Semua Hal yang Perlu Anda Tahu, <http://jejakwaktu.com/hotspot>, diakses 18 November 2018, pukul 16.08 WIB
- [15]Budiman, A., 2014, Mikrotik Training Basic, <http://www.arifbudiman.web.id/data/mundu/MTCNA-2012-Rev10.pdf>, diakses 18 November 2018 pukul 20.17 WIB
- [16]Normis, 2006, Manual : User Manager, [https://wiki.mikrotik.com/wiki/User Manager/Introduction#What is User Manager](https://wiki.mikrotik.com/wiki/User_Manager/Introduction#What_is_User_Manager), diakses 18 November 2018 pukul 14.28 WIB